



El viñedo predomina en el paisaje agrario de Aldeanueva de Ebro.

# Seguimiento de parcelas piloto en la zona vulnerable de Aldeanueva de Ebro

## Análisis de la situación actual y perspectiva de futuro

Texto y fotografías:

**N. Vázquez, L. Olasolo, M. L. Suso  
y A. Pardo.**

Sección de Tecnología Agrícola  
y Experimentación. Servicio de  
Investigación y Desarrollo Tecnológico  
Agroalimentario (CIDA)

La producción agrícola intensiva y la aplicación excesiva o inadecuada de fertilizantes nitrogenados han originado en determinadas zonas un aumento de la concentración de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas que ha llevado a su definición como zonas vulnerables (ZV). En La Rioja, la primera declaración de ZV se realizó en 2002, y en ella se declaró un área del glacis de Aldeanueva de Ebro (Decreto 61/2002. BOR nº 143) de 869 ha, superficie que se ha mantenido en la última declaración (Decreto 12/2006. BOR nº 19). La ZV se encuentra situada sobre un acuífero colgado, asociado a un glacis y conectado al gran acuífero aluvial del Ebro; se trata de una masa de agua retenida y con un escaso flujo de agua hacia otras cuencas. Según un estudio encargado por la Dirección General de Calidad Ambiental, el acuífero colgado transfiere al aluvial un total de 0,627 hm<sup>3</sup> de agua al año, con una concentración media de 145 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L, lo que equivale a 20,5 t N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

En los últimos años, la distribución de cultivos en la zona ha sufrido una



Toma de agua en el canal de Lodosa.

variación importante y, desde los años 90, el viñedo en riego por goteo ha ido reemplazando a los cultivos hortícolas, ocupando en la actualidad el 95% de la zona. Además, se han ido implantando buenas prácticas agrarias, como la sustitución del uso tradicional de agua de pozo para riego por agua de bajo contenido en nitratos traída desde el río.

La declaración de ZV va acompañada de la elaboración de un programa de actuación, medidas agronómicas y de muestreo en el que se contempla la instalación de parcelas piloto para evaluar la respuesta de las medidas aplicadas. Dentro de este marco, y para ver la influencia del viñedo en el aporte de nitratos al acuífero, durante los años 2005 a 2007 se ha realizado el seguimiento de cinco parcelas comerciales de viñedo localizadas en los suelos más representativos de la zona vulnerable (figura 1). Los datos experimentales obtenidos en estas parcelas se han usado para validar el modelo de simulación de cultivos denominado STICS, que, además del crecimiento y desarrollo del viñedo, reproduce los principales com-

ponentes del balance de agua y nitrógeno, que posteriormente se ha empleado para evaluar distintas prácticas agrarias en la evolución de la zona vulnerable.

En la tabla 1 se detallan las características más relevantes de las parcelas estudiadas, así como los riegos y abonados realizados en cada una de ellas. Los suelos de la zona de estudio son bastante porosos y bien estructurados, pero se observan diferencias en cuanto a la textura y a la presencia de elementos gruesos que pueden afectar

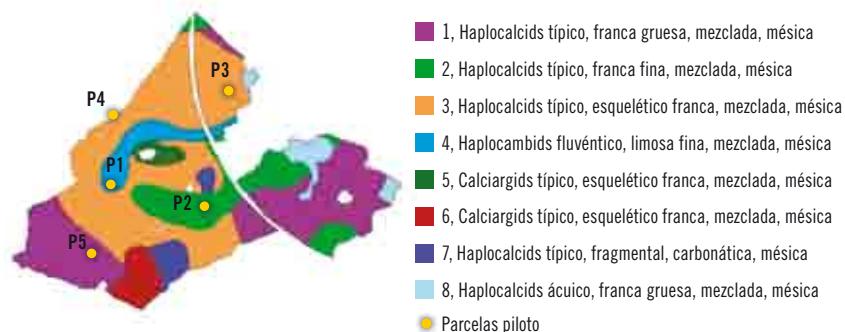
a la capacidad de retención de agua y al nivel de drenaje.

El riego fue por goteo y siempre estuvo por debajo de 100 mm, excepto en la parcela 2 (P2) en el año 2006 (136 mm). Todas las parcelas se riegan a través del regadío establecido en la zona, que toma el agua del canal de Lodosa con una concentración media de nitratos durante la época de riego de 11 mg/L. El 90% de las parcelas de la zona se riega con este mismo sistema, cuyo origen final del agua es el Ebro, por lo que las cantidades de nitrato aplicadas con el agua de riego son bajas. El abonado con N mineral, tal y como es habitual en el viñedo, no es muy elevado y oscila entre 0-38 kg N/ha, a lo que hay que añadir, en algunos casos, la aplicación de abono orgánico (tabla 1). Es práctica habitual en la zona aplicar cada 2-3 años estiércol u otro abono orgánico.

Durante los años de seguimiento, tanto durante el periodo vegetativo como en el periodo de reposo, se han realizado balances de agua y nitrógeno. En cada parcela se establecieron tres puntos de medida para los controles de planta (biomasa y cosecha) y suelo (humedad y contenido en nitratos).

El drenaje se calculó despejando este término de la ecuación del balance de agua:  $P + R = ET_c + VR + D + E$ , siendo P la precipitación, R el riego,  $ET_c$  la evapotranspiración del cultivo, VR la variación de la reserva de agua en el suelo, D el drenaje y E la escorrentía. La  $ET_c$  se calculó por el método de los coeficientes. La VR se determinó

**Figura 1.** Localización de las parcelas piloto dentro de la ZV de Aldeanueva de Ebro. Mapa de suelos a nivel de familia



**Tabla 1.** Principales características de las parcelas piloto establecidas en la zona vulnerable

	P1	P2	P3	P4	P5
<b>Variedad</b>	Tempranillo	Tempranillo	Graciano	Garnacha	Garnacha
<b>Año plantación</b>	1989	2002	1995	1997	1979
<b>Marco plantación (m x m)</b>	2,8 x 1,2	2,6 x 1	2,8 x 1,2	2,8 x 1,2	2,25 x 1,2
<b>Formación</b>	Vaso	Espaldera	Vaso	Espaldera	Vaso
<b>Periodo de seguimiento</b>	2005-07	2005-07	2006-07	2006-07	2006-07
<b>Profundidad suelo (cm)</b>	200	185	200	160	170
<b>Profundidad muestreo (cm)</b>	100	100	60	60	100
<b>Elementos gruesos (%)</b>	<2	<2	<2 (<0,6 m) 30 (<0,9 m) +80 (<2 m)	5 (<0,4 m) +80 (<1,6 m)	2 (<1,1 m) +80 (<1,7 m)
<b>Abono orgánico (Mg/ha)</b>					
<b>2007 (estiércol vacuno)</b>	0	24	15	0	0
<b>Fertilizante N (kg N/ha)</b>					
<b>2005/2006/2007</b>	0/0/25,5	24/38,4/21	--/22,8/21	--/21,6/22,8	--/0/21
<b>Riego (l/m<sup>2</sup>)</b>					
<b>2005/2006/2007</b>	72/83/92	136/50/46	--/53/60	--/61/47	--/40/24

--: sin dato (año sin seguimiento).

**Tabla 2.** Componentes del balance de nitrógeno (kg N/ha) desde el inicio de crecimiento vegetativo hasta cosecha

		N Fertilizante*	N en riego	ΔN <sub>min</sub>	N planta	Balance
<b>2005</b>	P1	0	1,8	47	44,8	-90 ± 73
	P2	24+14	3,4	17	51,8	-27 ± 41
<b>2006</b>	P1	0	2,1	-28	46,9	-17 ± 36
	P2	38,4+5	1,2	-123	33,9	133 ± 173
	P3	22,8	1,3	0	31,6	-8 ± 3
	P4	21,6	1,5	-47	45,8	24 ± 11
	P5	0	1,0	3	58,8	-61 ± 5
<b>2007</b>	P1	25,5	2,3	-100	58,0	70 ± 36
	P2	21+113	1,1	-44	66,0	113 ± 139
	P3	21+71	1,5	2	43,7	48 ± 6
	P4	22,8	1,2	6	62,0	-44 ± 8
	P5	21	0,6	-15	49,1	-13 ± 11

\*N mineral + N procedente de abono orgánico.

mediante muestreos de suelo a lo largo del periodo de estudio. Los datos climáticos necesarios se obtuvieron de la estación agroclimática de Aldeanueva de Ebro, del Servicio de Información Agroclimática de La Rioja (SIAR).

En el momento de la vendimia se determinó la cosecha total y el peso seco de hojas, sarmientos y bayas, tomando tres repeticiones en cada parcela. En cada una de las partes de la planta se determinó el contenido de N total para el cálculo de las extracciones del cultivo. También se determinó la biomasa y el contenido de nitrógeno de la madera de poda.

Una vez validado el modelo STICS con los datos obtenidos en las parcelas

piloto, se aplicó a la zona vulnerable, considerándose 8 familias de suelo (figura 1), y se estudiaron distintos escenarios de manejo en base a dos criterios: 1) nivel de aplicación de residuos orgánicos, desde no aplicación hasta 52 t/ha; siendo el nivel máximo permitido en la normativa de ZV el equivalente a 170 kg N/ha al año (28 t/ha); y 2) origen del agua de riego, de pozo (P) o del canal (E). Todas las simulaciones se realizaron para veinte años y se comparó la situación final con la actual.

## Resultados

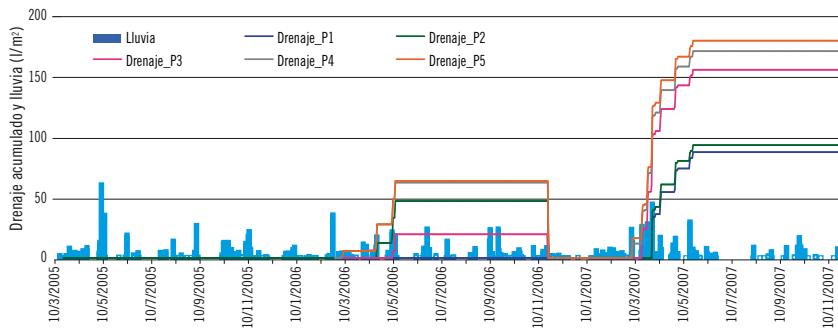
En la figura 2 se muestra la evolución del drenaje acumulado en las cinco

parcelas durante cada uno de los años de seguimiento. En el año 2005 se parte de un suelo con bajo contenido en humedad por el invierno seco precedente (enero-febrero: 17,4 mm) por lo que las lluvias y los riegos que se aplican recargan el perfil del suelo sin llegar a producir drenaje. Durante los años 2006 y 2007 los drenajes se producen al principio del periodo vegetativo y están asociados a eventos de lluvia. En todas las parcelas se han realizado riegos a finales de julio los tres años, y en este momento no se produce drenaje porque la reserva de agua en el suelo es más baja y la planta tiene una mayor necesidad de agua. Aunque en todas las parcelas los drenajes se producen en los mismos periodos, se observa la influencia de la capacidad de retención de agua de cada suelo, produciéndose los mayores drenajes en las parcelas con mayor porcentaje de elementos gruesos (P3, P4 y P5). Estas diferencias también quedaron reflejadas en las simulaciones realizadas con el modelo, ya que aunque el drenaje fue similar para los distintos escenarios, sí reprodujo diferencias en función del tipo de suelo.

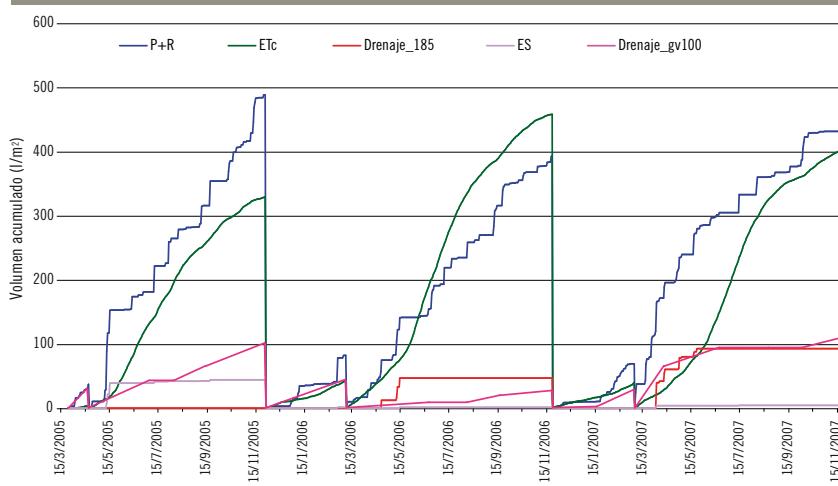
En la figura 3 se muestra, a modo de ejemplo, la evolución de los distintos componentes del balance de agua a lo largo de los tres años de estudio en la parcela 2. Se observa que en mayo del 2005 se produce escorrentía, debido a que entre el 9 y el 16 de mayo se acumulan 117 mm de lluvia, de los que 60 mm caen el día 12 y 35 mm el 16 de mayo. El gráfico muestra drenaje a 1 m el año 2005 que no se traduce en drenaje en profundidad, debido, como ya hemos comentado, al bajo nivel de humedad del suelo al inicio del cultivo y a que este drenaje se produce por debajo de 1 m y las raíces de la viña pueden explorar la máxima profundidad del perfil del suelo (1,85 m). En los años 2006 y 2007 el drenaje está asociado con los momentos de lluvia, 21-22 de abril (27 mm) y 11-12 de mayo (39 mm) en 2006 y eventos de lluvia repartidos entre abril (104 mm) y mayo (66 mm) en 2007. En estos casos las lluvias sí producen drenaje porque se parte de un suelo con mayor contenido de humedad que en el año 2005 (67,2 y 129,6 mm de lluvia de enero-febrero en 2006 y 2007, respectivamente).

En la tabla 2 se muestran algunos componentes del balance de nitrógeno.

**Figura 2.** Lluvia y evolución del drenaje acumulado hasta la máxima profundidad del perfil (1,75-2 m), durante los tres años de seguimiento, en las cinco parcelas piloto



**Figura 3.** Evolución del aporte de agua, precipitación + riego (P + R), la evapotranspiración (ETc), la escorrentía (ES) y del drenaje durante los tres años de estudio en la parcela 2



Drenaje\_185: Drenaje a la máxima profundidad del perfil (185 cm). Drenaje\_gv100: drenaje a 100 cm.

Las extracciones de N medias han sido de 49 kg N/ha, parte de este nitrógeno puede volver al sistema, ya que algunos agricultores pican la madera de poda y la incorporan a la parcela como materia orgánica. En el caso de las parcelas de estudio, el contenido medio de N en la madera de poda ha sido de 9 kg N/ha.

El término del balance incluye las variables que no se han medido directamente, entre ellas el lixiviado de nitrato. Teniendo en cuenta que el término de variación de nitrógeno en suelo es hasta la máxima profundidad de muestreo y no de la totalidad del perfil –que sí puede ser explorado por las raíces–, los valores positivos del balance indican un exceso de N en la parte analizada del perfil que puede pasar a capas más profundas y acumularse o perderse por lixiviación en momentos en los que se produzca drenaje, que como ya hemos indicado está asociado con las lluvias al inicio del periodo vegetativo o en la parada invernal. Los valores negativos indican que las extracciones son supe-

riores a los aportes, el cultivo podría estar tomando el N de capas más profundas, y no es esperable que se produzca lixiviado de nitrato.

Las simulaciones mostraron diferencias en la lixiviación de nitrato, tanto respecto al origen del agua de riego como a la cantidad de residuos orgánicos aplicados. Todas las simulaciones en las que se regaba con agua del acuífero mostraron un incremento de lavado; mientras que en las que el riego se realizaba con agua del canal los suelos respondieron de forma diferente a la aplicación de residuos orgánicos. Las prácticas ajustadas al umbral máximo permitido (170 kg N/ha al año) muestran una reducción del lavado de nitrato en la mitad de la ZV, siempre que la aplicación de residuos se ajuste en cada tipo de suelo. Actualmente se riega con agua del canal y el abono orgánico aplicado es aproximadamente la mitad del máximo permitido. Con estas técnicas, el aporte de nitrato de la ZV al acuífero es inferior al nivel de partida



Puntos de muestreo en la parcela 2.

(20,5 t N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> al año) por lo que su aplicación a largo plazo ofrece oportunidades de recuperación si se limita la aplicación de residuos orgánicos.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en las parcelas de seguimiento muestran que la contaminación existente en la zona de Aldeanueva de Ebro no es debida al cultivo del viñedo. Actualmente, con las técnicas de manejo empleadas, la aportación de nitrato al acuífero es inferior al nivel de partida y las simulaciones a largo plazo muestran que la contaminación es un problema de técnicas inadecuadas durante décadas anteriores y no consecuencia de las prácticas actuales en el cultivo de la viña.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural del Gobierno de La Rioja y el Fondo Social Europeo a través de la convocatoria Doctores INIA-CC AA.